

Elmar COHORS-FRESENBORG, Osnabrück

## **Zum Zusammenhang des Wertschätzens und Praktizierens von Monitoring-Aktivitäten mit mathematischer Leistung**

In unserem Beitrag wollen wir der Frage nachgehen, inwiefern die Kompetenz und der Wille zum Überwachen der Richtigkeit beim mathematischen Arbeiten wichtige Indikatoren für dessen Erfolg sind. Dazu sind in den letzten Jahren am Institut für Kognitive Mathematik der Universität Osnabrück mehrere Studien gemacht worden, die aufeinander bezogen sind. Darüber soll hier ein Überblick gegeben werden.

### **Monitoring bei Überprüfung von Termumformungen**

Sjuts (2003) legte verschiedenen Gruppen von Schülerinnen und Schülern (aus Klassenstufe 10-13) unterschiedlichen Leistungsniveaus sowohl mehrere Aufgaben mit teilweise fehlerhaften Termumformungen vor, die auf ihre Regelmäßigkeit zu überprüfen waren, als auch einen Fragebogen über das Praktizieren und Wertschätzen von Monitoring. Es handelte sich einmal um durchschnittliche Gymnasiasten aus zwei Gymnasien, dann um eine ausgewählte, den 10% Besten entsprechende Gruppe aus einem anderen Gymnasium und um Teilnehmer an einer Sommerakademie zur Kognitiven Mathematik, zu der die Universität Osnabrück bundesweit sehr leistungsstarke Schülerinnen und Schüler eingeladen hatte. Die Gruppen waren in ihrer Leistungsfähigkeit also als durchschnittlich, überdurchschnittlich und weit überdurchschnittlich einzustufen. Sjuts (2003) konnte zeigen, dass die Unterschiede in der praktizierten Kompetenz, die vorgelegten Termumformungen auf ihre Regelmäßigkeit zu überprüfen, sowohl mit den Unterschieden in der Mathematikleistung als auch mit den Unterschieden in den Antworten des Fragebogens bezüglich Selbstwahrnehmung und Wertschätzung von Monitoring korrespondieren.

In einer neuen Studie (Pundsack, 2009) wurden einmal die Untersuchungen von Sjuts (2003) mit ähnlichen Untersuchungspopulationen wiederholt. Zum anderen wurden mit den Teilnehmern darüber hinaus Interviews durchgeführt, in denen sie bei zwei ähnlichen Aufgaben wie im schriftlichen Test die vorgelegten Termumformungen zu überprüfen hatten. Es zeigte sich einmal eine Wiederholung der Ergebnisse von Sjuts, zum anderen wurde durch Auswertung der Interviews deutlich, wie offenkundig sorglos einige Probanden bei der Überprüfung vorgehen, auch dann, wenn sie im Fragebogen angekreuzt hatten, dass sie Monitoring durchführen. Man darf wohl davon ausgehen, dass die im Fragebogen angekreuzten

Werte für die Selbsteinschätzung über das eigene Praktizieren von Monitoring im Vergleich zu dem tatsächlich durchgeführten deutlich zu hoch sind.

### **Monitoring beim Lösen von QuaDiPF-Aufgaben**

Zwei der bei Sjuts untersuchten Schülerpopulationen (nämlich die überdurchschnittlichen und die weit überdurchschnittlichen) waren auch Versuchspersonen in einer Untersuchung von Brinkschmidt (2005) zur Möglichkeit, Rückschlüsse auf Präferenzen für prädikatives versus funktionales Denken aus den erhobenen Blickbewegungen der Versuchspersonen - beim Bearbeiten von Musterergänzungsaufgaben aus dem Test QuaDiPF (Schwank, 1998) - zu ziehen. Bei dieser Untersuchung war nach dem Bearbeiten jeder Aufgabe – während der Bearbeitungszeit wurden die Blickbewegungen aufgezeichnet - die vorgeschlagene Lösung - und damit auch das Vorgehen - in einem Interview zu begründen. Es zeigte sich, dass diejenigen Versuchspersonen, die unpassende Lösungen anboten, einerseits bei ihren Blickbewegungen wenig oder überhaupt nicht die Stellen erfasst hatten, bei deren "Betrachtung" sich Hinweise auf Ungereimtheiten ergeben hätten, andererseits war bei vielen von ihnen auch im Interview eine auffallende Ungenauigkeit in der Analyse festzustellen. Bemerkenswert war aber auch, dass bei Personen mit großer mathematischer Leistung, die wegen ungeeigneter Passung zwischen der von ihnen präferierten kognitiven Struktur - funktional versus prädikativ - und dem geeigneten Vorgehen bei der Aufgabenlösung Schwierigkeiten hatten, der Problemlöseerfolg von der Qualität des tatsächlich praktizierten Monitorings abhing – dokumentiert sowohl in der Organisation der Blicksequenzen als auch beim nachträglichen „Lauten Denken“ (Brinkschmidt, 2005, S. 125-132 und 303-318).

### **Querbezüge zu anderen Untersuchungen**

Bei der Analyse der Ergebnisse von PISA-2000E (Cohors-Fresenborg, Sjuts & Sommer, 2004) konnte durch die Einbeziehung des schwierigkeitsgenerierenden Merkmals *Formelhandhabung* eine bemerkenswerte Erklärung der Varianz bei den empirisch gemessenen Item-Schwierigkeiten der einschlägigen Items erreicht werden. In dieses Merkmal gehen stark die für die Aufgabenlösung notwendigen Monitoring-Aktivitäten ein. Dieses Resultat passt zu den Ergebnissen und Erklärungen von Sjuts (2003) und Pundsack (2009).

Die Resultate von Sjuts (2003) und Pundsack (2009) sowie die Analyse der PISA-2000E-Ergebnisse (Cohors-Fresenborg, Sjuts & Sommer, 2004) passen zu den Ergebnissen einer 40 Jahre zurückliegenden Studie von Gundlach (1968). Er hatte die Erhebung der Kompetenz von Studienanfängern im Fach Mathematik in algebraisch-rechnerischen Fertigkeiten in Verbin-

dung gesetzt mit dem Studienerfolg am Ende des ersten Semesters in einer Analysis-Vorlesung und einen hohen Zusammenhang aufgedeckt. Er sah in mangelhafter Kompetenz in algebraisch-rechnerischen Fertigkeiten die Ursache für mangelnden Studienerfolg. Nach den an unserem Institut gemachten Untersuchungen würden wir aber nicht mehr als alleinige Erklärung das inhaltliche Argument von Gundlach heranziehen, dass solche Rechenfertigkeiten offenkundig auch für abstrakte Mathematik notwendig sind – das sind sie in viel geringerem Maße als dort fälschlicherweise angenommen –, sondern dass hinter beiden zu erbringenden Leistungen als erklärende Variable das praktizierte Monitoring bei Termumformungen bzw. Begriffsbildung die entscheidende Rolle spielt.

In die Reihe der Untersuchungen zur Bedeutung von Monitoring-Aktivitäten für das Zustandekommen mathematischer Leistung gehört auch eine chinesisch - deutsche Vergleichsstudie mit Kindern des 5. Schuljahres (460 in Leer und 397 in Shanghai) von Sjuts & Xu (2007). Sie arbeiteten heraus, dass der große Vorsprung chinesischer Kinder im Wesentlichen durch erfolgreichere Monitoring-Aktivitäten zu erklären ist.

### **Zusammenfassung**

Die genannten Untersuchungen und Analysen machen deutlich, in wiefern die Kompetenz und der Wille zum Überwachen der Richtigkeit beim mathematischen Arbeiten ein wichtiger Indikator für dessen Erfolg ist. Die Untersuchung von Brinkschmidt gibt einen Hinweis darauf, dass die praktizierte Kompetenz zum Monitoring generell ein Indikator für intellektuelle Leistungsfähigkeit ist. Es handelt sich also um sehr grundlegende Kompetenzen und wohl eher stabile Verhaltensmuster, die es langfristig zu beeinflussen gilt.

Es wird wohl auf Dauer nur gelingen, Lernende zum Wertschätzen und Praktizieren von solchen Monitoring-Aktivitäten zu veranlassen, wenn das Bemühen Teil einer passenden Unterrichtskultur ist: Dazu gehören Aufgabenstellungen, die zu metakognitiven Aktivitäten anregen (vgl. Kaune, 2009a), sowie eine diskursive Gesprächskultur im Unterricht, die metakognitive Aktivitäten fördert. Hinweise darauf, wie solches erreicht werden kann, findet man in Kramer (2009) und Kaune (2009b).

### **Literatur**

- Brinkschmidt, S. (2005). *Über die Unterschiedlichkeit kognitiver sowie metakognitiver Prozesse beim Bearbeiten von QuaDiPF-Aufgaben - Empirische Untersuchungen mit Blickbewegungsanalysen*. Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.
- Cohors-Fresenborg, E.; Sjuts, J. & Sommer, N. (2004). Komplexität von Denkvorgängen und Formalisierung von Wissen. In Neubrand, M. (Hg.), *Mathematische Kompe-*

- tenzen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland: Vertiefende Analysen im Rahmen von PISA-2000*, 109-144. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gundlach, K.-B. (1968). Kenntnisse der Abiturienten und Studienerfolg in den Anfängervorlesungen im Fach Mathematik. *Mathematisch-Physikalische Semesterberichte*, XV, 20-31.
- Kaune, C. (2009a). "Hier hab ich wieder nicht daran gedacht..." - Hausaufgaben und Berichtigungen als Anregung metakognitiver Aktivitäten. *Praxis der Mathematik*, 27 (im Druck).
- Kaune, C. (2009b). Analyse von Mathematikunterricht hinsichtlich des Einsatzes von metakognitiven Aktivitäten und Identifikation spezieller Unterrichtsskripts. In diesem Band.
- Kramer, S. (2009). Diagnose metakognitiver Aktivitäten – Trainingsmaßnahmen für Mathematiklehrkräfte. In diesem Band.
- Pundsack, F. (2009). *Zusammenhang von Monitoring und mathematischer Leistung - eine (empirische) Studie und Entwicklung eines Trainingsprogramms*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Osnabrück: Universität Osnabrück.
- Schwank, I. (1998). *QuaDiPF - Qualitatives Diagnose Instrument für predicatives versus funktionales Denken*. Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.
- Sjuts, J. (2003). Metakognition per didaktisch-sozialem Vertrag. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 24(1), 18-40.
- Sjuts, J. & Xu, B.Y. (2007). Mehr Erfolg mit Metakognition? Ergebnisse einer chinesischesch-deutschen Vergleichsuntersuchung. *SEMINAR - Lehrerbildung und Schule*, 12(2), 59-75.